

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 3 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 7 0 3 2 6
Application Number:

(ST. 10/C): [J P 2 0 0 3 - 3 7 0 3 2 6]

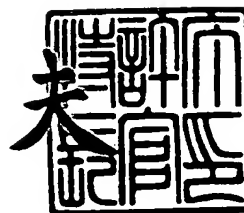
願 人 T D K 株 式 会 社
Applicant(s):

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 4 年 2 月 5 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 0 0 7 1 3 0

【書類名】 特許願
【整理番号】 99P06279
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H03H 9/17
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 小室 栄樹
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 永塚 敏行
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 安井 勉
【特許出願人】
 【識別番号】 000003067
 【氏名又は名称】 T D K株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100101971
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 大畑 敏朗
【選任した代理人】
 【識別番号】 100098279
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 栗原 聖
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 080736
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

素子基板上に形成されて圧電膜の内部を伝搬するバルク波により所定の共振周波数の信号を得る圧電共振器と、

前記圧電共振器がN個の電気接合突起部を介してフェースダウンボンディングにより実装された実装基板とを有し、

前記圧電共振器が前記実装基板に実装された状態における前記電気接合突起部の最大直径をD (μm) としたとき、ダイシエア強度が $ND/6$ (g) 以上であることを特徴とする電子部品。

【請求項 2】

素子基板上に形成されて圧電膜の内部を伝搬するバルク波により所定の共振周波数の信号を得る圧電共振器と、

前記圧電共振器がN個の電気接合突起部を介してフェースダウンボンディングにより実装された実装基板とを有し、

前記圧電共振器が前記実装基板に実装された状態における前記電気接合突起部の最大直径をD (μm) としたとき、ダイシエア強度が $ND/3.6$ (g) 以上であることを特徴とする電子部品。

【請求項 3】

前記電気接合突起部は金で形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の電子部品。

【請求項 4】

前記圧電共振器は、SMR 型の圧電共振器であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の電子部品。

【請求項 5】

前記圧電共振器は、前記素子基板と前記圧電膜との間に音響多層膜を有することを特徴とする請求項 4 記載の電子部品。

【書類名】明細書**【発明の名称】電子部品****【技術分野】****【0001】**

本発明は電子部品に関し、特に圧電膜内を伝搬するバルク波を利用した圧電共振器が用いられた電子部品に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

たとえば携帯型の無線通信機において送信信号と受信信号とを分配するデュプレクサには、小型化に有利な圧電共振器が用いられている。

【0003】

従来における圧電共振器を用いたデュプレクサでは、送信側フィルタと受信側フィルタとをそれぞれワンパッケージ化し、これを電気回路基板用のパッケージに収めてデュプレクサとしているため、小型化の利点が十分に生かし切れずにサイズが大きくなる。

【0004】

ここで、小型化を図るために、ワイヤボンディングに替えて bumps（電気接合突起部）を用いたフリップチップによるフェースダウンボンディングで圧電共振器を実装することが考えられる。フリップチップでは、チップ面積内でパッケージとの電氣的接続が可能のために二次元スペースが効率化できるとともに、ループを描くためにある程度の高さが必要とされるワイヤを用いないために低背化も可能になるからである。

【0005】

圧電共振器をフリップチップで実装基板に実装する技術は、たとえば特開 2002-232253 号公報や特開平 10-270979 号公報に、また、2 個の圧電共振器をフリップチップで実装基板に実装してデュプレクサを形成する技術は、たとえば特開平 11-88111 号公報や特開 2003-179518 号公報に、それぞれ開示されている。

【特許文献 1】 特開 2002-232253 号公報**【特許文献 2】** 特開平 10-270979 号公報**【特許文献 3】** 特開平 11-88111 号公報**【特許文献 4】** 特開 2003-179518 号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、前述した特許文献においては、何れもシヤ強度、特にダイシヤ強度に関しては言及されていない。

【0007】

ダイシヤ強度は、実装基板に電気接合突起部を介してボンディングされた IC チップ（ここでは、圧電共振器）をシヤツールで横から水平方向に押し、チップと実装基板との接合部分またはチップが破断されたときの荷重値をいい、このダイシヤ強度がある程度以上でなければ、衝撃に対する信頼性が低下することになる。

【0008】

そして、ダイシヤ強度と密接に関係している bumps の数や径は圧電共振器により区々であることから、信頼性を確保するにはどの程度のダイシヤ強度があればよいかを規定するのは困難であった。

【0009】

そこで、本発明は、フェースダウンボンディングにより圧電共振器が実装された電子部品において必要なダイシヤ強度を確保することのできる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

上記課題を解決するため、本発明に係る電子部品は、素子基板上に形成されて圧電膜の

内部を伝搬するバルク波により所定の共振周波数の信号を得る圧電共振器と、前記圧電共振器がN個の電気接合突起部を介してフェースダウンボンディングにより実装された実装基板とを有し、前記圧電共振器が前記実装基板に実装された状態における前記電気接合突起部の最大直径をD (μm) としたとき、ダイシエア強度がND/6 (g) 以上であることを特徴とする。

【0011】

また、上記課題を解決するため、本発明に係る電子部品は、素子基板上に形成されて圧電膜の内部を伝搬するバルク波により所定の共振周波数の信号を得る圧電共振器と、前記圧電共振器がN個の電気接合突起部を介してフェースダウンボンディングにより実装された実装基板とを有し、前記圧電共振器が前記実装基板に実装された状態における前記電気接合突起部の最大直径をD (μm) としたとき、ダイシエア強度がND/3.6 (g) 以上であることを有することを特徴とする。

【0012】

本発明の好ましい形態において、前記電気接合突起部は金で形成されていることを特徴とする。

【0013】

本発明のさらに好ましい形態において、前記圧電共振器はSMR型の圧電共振器であることを特徴とする。

【0014】

本発明のさらに好ましい形態において、前記圧電共振器は前記素子基板と前記圧電膜との間に音響多層膜を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば以下の効果を奏することができる。

【0016】

すなわち、ダイシエア強度をND/6 (g) 以上、望ましくはND/3.6 (g) 以上とすることにより、必要なダイシエア強度を確保することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明を実施するための最良の形態を、図面を参照しつつさらに具体的に説明する。ここで、添付図面において同一の部材には同一の符号を付しており、また、重複した説明は省略されている。なお、ここでの説明は本発明が実施される最良の形態であることから、本発明は当該形態に限定されるものではない。

【0018】

図1は本発明の一形態における電子部品に用いられた圧電共振器を示す断面図、図2は本発明の一形態である電子部品を示す断面図、図3は本発明の電子部品を構成する圧電共振器に形成されたバンプであり、(a)はバンプ形成直後で実装前の状態を、(b)はフリップチップ実装された後の状態をそれぞれ示す説明図である。

【0019】

図1に示す圧電共振器10はSMR (Solidly Mounted Resonator) 型圧電共振器と呼ばれるもので、たとえば単結晶シリコンからなる素子基板11の上に、音響インピーダンスが高い薄膜と低い薄膜、たとえばAlN膜12aとSiO₂膜12bとが交互に各4層ずつ形成されてなる音響反射膜12が形成されている。この音響反射膜12上には密着層13としてのAlN膜を介してPt膜が真空蒸着法により成膜され、リソグラフィーによりパターンニングされて下部電極14が形成されている。

【0020】

さらに、下部電極14上には、スパッタリング法によりZnOからなる圧電膜15が成膜されている。そして、圧電膜15上には、同じく密着層16としてのCr膜を介してスパッタリング法によりAlが成膜され、リソグラフィーによりパターンニングされて上部電極17が形成されている。なお、圧電膜15の膜厚は通常10 μm 以下であり、素子基板

11を用いずに圧電共振器10を作製することは困難である。また、圧電膜15には、下部電極14を露出させるために、エッチング等により孔を設けてもよい。

【0021】

このような圧電共振器10は、下部電極14と上部電極17とにスタッドバンプやメッキバンプなどのバンプ（電気接合突起部）18（図2、図3）が形成される。そして、後述する実装基板19に実装して下部電極14と上部電極17とに交流電圧を印加すると、圧電効果により圧電膜15の内部を伝搬するバルク波により所定の共振周波数の信号が得られる。

【0022】

なお、音響反射膜12は形成されていなくてもよく、この場合には素子基板11上に直接下部電極14が形成される。また、本形態においては音響反射膜12は4層であるが、音響インピーダンスの異なる薄膜が積層されていれば、4層に限らない。さらに、各薄膜の膜質は上記のものに限定されるものではなく、一例に過ぎない。そして、バンプ18には、はんだ、金、アルミニウム、銅などを適用することができる。

【0023】

図2に示すように、圧電共振器10はバンプ18を介してフェースダウンボンディングにより実装基板19に実装される。実装基板19の外周部分には環状のスペーサ20が固定されており、このスペーサ20に蓋（封止部材）21が固定されることで圧電共振器10が封止されて電子部品22が構成されている。なお、図示する場合には、実装基板19と蓋21とはスペーサ20を介して固定されているが、実装基板19の外周が立ち上がった形状にすることにより、あるいは蓋21をキャップ状にすることにより、実装基板19と蓋21とを直接固定するようにしてもよい。

【0024】

なお、バンプが接合される実装基板19側の電極については、例えば電極にCuが使用されている場合、そのままではバンプを形成した圧電共振器10を接合することはできない。すなわち、電極であるCuの上にNi（3～5 μ m）を、さらにその上にAu（300Å以上）を成膜する必要がある。その際、プラズマ処理を行う必要もある。実装基板19としてセラミック基板（たとえばLTCC：Low Temperature Co-fired Ceramic：低温焼成セラミック）を用いる際も同様に、Ag電極上にNi（3～5 μ m）を、さらにその上にAu（300Å以上）を成膜する必要がある。

【0025】

ここで、本発明者は、圧電共振器10が8個のバンプを介してフェースダウンボンディングにより実装基板19に実装された電子部品22を作成した。そして、このような電子部品22におけるシヤ強度について検討を行った。

【0026】

シヤ強度とは、圧電共振器10上に作製された1つのバンプ18をシヤツールで横から水平方向に押し、バンプ18が接合面で破断されたときの荷重値をいう。一方、ダイシヤ強度とは、実装基板19にバンプ18を介してボンディングされた圧電共振器10をシヤツールで横から水平方向に押し、圧電共振器10と実装基板19との接合面が破断されたときの荷重値をいい、全バンプについてとらえて圧電共振器10における実装基板19に対する接合強度でとらえたものである。したがって、ダイシヤ強度は、多少の誤差はあるものの、（バンプ1個のシヤ強度）×（バンプの個数）、で算出できることから、本明細書では、これに従っている。

【0027】

なお、バンプのシヤ強度は、バンプを圧電共振器10であるダイ（チップ）に押し付けて固定する際の荷重、超音波出力、超音波印加時間およびダイの表面状態（プラズマ処理の有無）により、変えることができる。

【0028】

バンプ径およびシヤ強度とヒートサイクル試験の結果について表1に示す。

【表 1】

サンプルグループ番号	バンプ径 R (μm)	シェア強度 (g)	バンプ径 D (μm)	ダイシェア強度 (g)	ヒートサイクル試験結果
1	100	20 (R/5)	120	160	結果 1 (約 1 %)
2	100	33 (R/3)	120	264	結果 2
3	60	12 (R/5)	72	96	結果 1 (約 3 %)
4	60	20 (R/3)	72	160	結果 2
5	80	16 (R/5)	96	128	結果 1 (約 2 %)
6	80	27 (R/3)	96	216	結果 2
7	120	24 (R/5)	144	192	結果 1 (約 2 %)
8	120	40 (R/3)	144	320	結果 2
9	150	30 (R/5)	180	240	結果 1 (約 1 %)
10	150	50 (R/3)	180	400	結果 2
11	150	22 (R/7)	180	176	結果 3
12	120	20 (R/6)	144	160	結果 3
13	80	24 (R/3.3)	96	192	結果 1 (約 0.3 %)
14	120	35 (R/3.4)	144	303	結果 1 (約 0.2 %)
15	80	14 (R/5.7)	96	118	結果 3
16	100	18 (R/5.5)	120	152	結果 3

【0029】

ここで、サンプルグループとは、相互に同一のバンプ径、シェア強度を有する複数のサンプルで形成されたグループをいう。

【0030】

また、バンプ径 R とは、バンプを圧電共振器 10 に形成した直後で実装前の状態における最大直径をいい、バンプ径 D とは、フリップチップ実装された後の状態における最大直径をいう。これは、図 3 に示すように、実装前のバンプ (図 3 (a)) の最大直径を R とすると、フリップチップ接合する際にバンプには一定方向に超音波がかけられるために押しつぶされるように変形し、実装後のバンプ (図 3 (b)) の最大直径 D は、実装前のバンプの最大直径 R に対して最大 15 ~ 20 % 大きくなる。そこで、実装前後のバンプ径を区別するために、このような 2 種類の最大直径を用いた。変形後の 2 次元形状は、通常は長円あるいは楕円となる。なお、バンプ径は 2 次元投影形状で測定した。

【0031】

さらに、シェア強度の項目における括弧内は、シェア強度とバンプ径 R との関係を表している。

【0032】

そして、ヒートサイクル試験結果の項目において、結果 1 とは、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ のヒートサイクル試験 (各 30 分) で、100 時間経過後において問題が発生しなかったが、100 ~ 200 時間の間に少なくとも 1 個のバンプにクラックが入っているサンプルが所定パーセント確認されたとの試験結果をいう。なお、当該項目の括弧内の数値が、バンプ

にクラックが入っているサンプルの発生割合を表している。

【0033】

結果2とは、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ のヒートサイクル試験（各30分）で、200時間経過後において問題が発生しなかったとの試験結果をいう。結果3とは、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ のヒートサイクル試験（各30分）で、50時間以内に10%以上のサンプルで8個のバンプのうち最低1個にクラックが確認されたとの試験結果をいう。

【0034】

表1に示すように、サンプルグループ番号1、3、5、7、9、13、14では結果1が、サンプルグループ番号2、4、6、8、10では結果2が、そして、サンプルグループ番号11、12、15、16では結果3が、それぞれ得られた。

【0035】

ここで、バンプ数をNとした場合、バンプ数、バンプ径D、ダイシエ強度の関係について規定を行った。すると、結果1では（ダイシエ強度） $=ND/6$ （g）、 $ND/4$ （g）、 $ND/3.8$ （g）、結果2では（ダイシエ強度） $=ND/3.6$ （g）、そして、結果3では（ダイシエ強度） $=ND/8.18$ （g）、 $ND/7.2$ （g）、 $ND/6.5$ （g）、 $ND/6.3$ （g）、となっていることが分かった。

【0036】

これらより、ダイシエ強度が $ND/6$ （g）以上であれば結果1が、 $ND/3.6$ （g）以上であれば結果2が得られると考察される。そして、良好な結果は結果1、一層良好な結果は結果2であるから、ダイシエ強度を $ND/6$ （g）以上、望ましくは $ND/3.6$ （g）以上とすることにより、必要なダイシエ強度を確保することが可能になる。

【産業上の利用可能性】

【0037】

以上の説明においては、本発明をSMR型の圧電共振器に適用した場合について説明したが、上下電極に挟まれた圧電膜の上下方向を大気開放の状態にし、音響的に全反射させるダイヤフラム型および空隙型の圧電共振器など、圧電膜を用いた積層型の圧電共振器全般に適用することができる。但し、ダイヤフラム型の圧電共振器では、素子基板が撓んだり、超音波接合の際にクラックが入る等のおそれがあるが、SMR型の圧電共振器ではそのようなおそれはないので、SMR型の圧電共振器に適用するのが望ましい。

【0038】

また、図2に示す電子部品では、圧電共振器が1個実装されているが、本発明は、例えば一方を送信側フィルタ、他方を受信側フィルタとしたデュプレクサなど、圧電共振器が複数個実装された電子部品に適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の一形態における電子部品に用いられた圧電共振器を示す断面図である。

【図2】本発明の一形態である電子部品を示す断面図である。

【図3】本発明の電子部品を構成する圧電共振器に形成されたバンプについて、（a）はバンプ形成直後で実装前の状態を、（b）はフリップチップ実装された後の状態をそれぞれ示す説明図である。

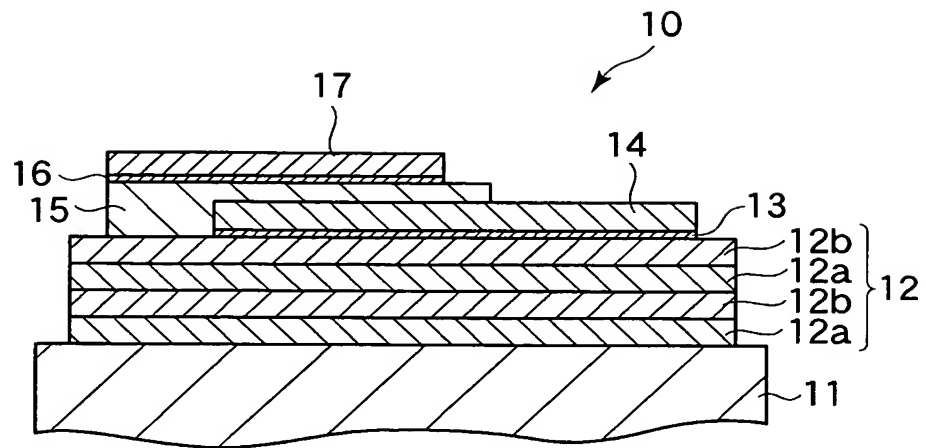
【符号の説明】

【0040】

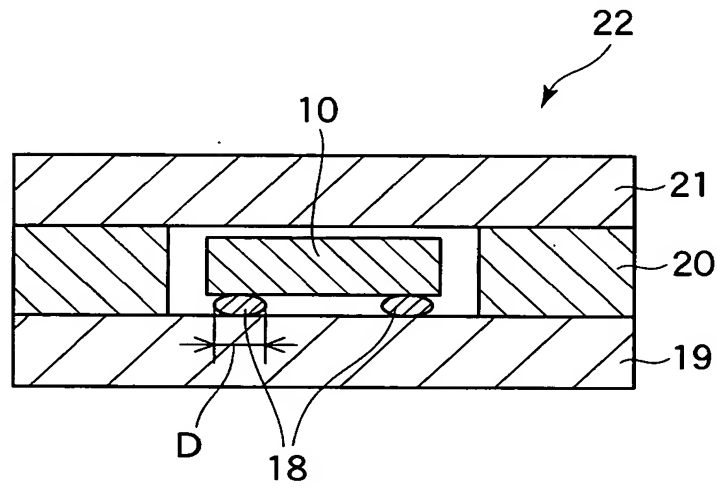
- 10 圧電共振器
- 11 素子基板
- 12 音響反射膜
- 12a AlN膜
- 12b SiO₂膜
- 13 密着層

- 1 4 下部電極
- 1 5 圧電膜
- 1 6 密着層
- 1 7 上部電極
- 1 8 バンプ（電気接合突起部）
- 1 9 実装基板
- 2 0 スペーサ
- 2 1 蓋（封止部材）
- 2 2 電子部品

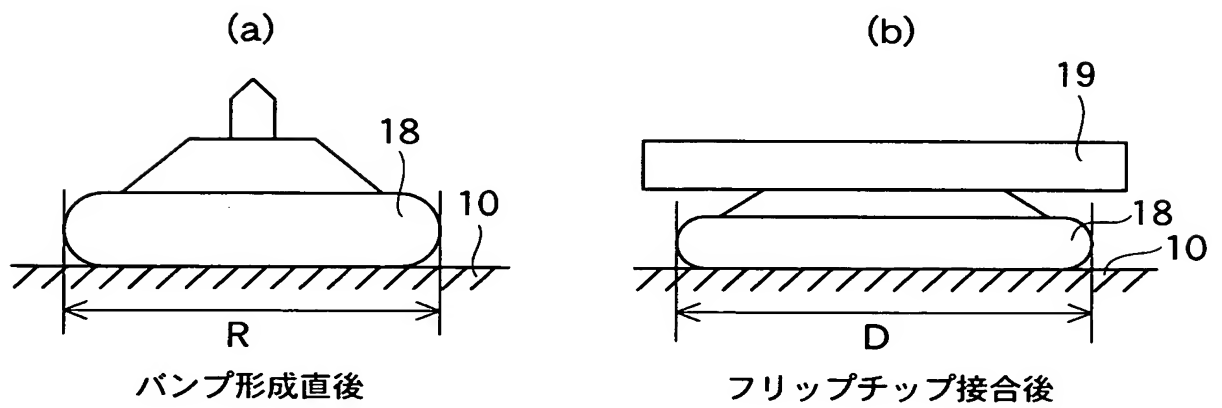
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フェースダウンボンディングにより圧電共振器が実装された電子部品において必要なダイシェア強度を確保する。

【解決手段】 素子基板 1 1 に形成されて圧電膜 1 5 の内部を伝搬するバルク波により所定の共振周波数の信号を得る圧電共振器 1 0 と、圧電共振器 1 0 が N 個のバンプ 1 8 を介してフェースダウンボンディングにより実装された実装基板 1 9 とを有する電子部品 2 2 において、圧電共振器 1 0 が実装基板 1 9 に実装された状態におけるバンプ 1 8 の最大直径を D (μm) としたとき、ダイシェア強度を $ND/6$ (g) 以上、望ましくは $ND/3$. 6 (g) 以上とする。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 7 0 3 2 6
受付番号	5 0 3 0 1 8 0 1 1 3 7
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 5 年 1 0 月 3 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年10月30日

特願 2 0 0 3 - 3 7 0 3 2 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 6 7]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 6 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

T D K 株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.